**Análise das Condições dos Ciclos**

**1. Cooler Condition (%)**

* **Valores possíveis e significados:**
  + **3** → Próximo à falha total (732 ciclos)
  + **20** → Eficiência reduzida (732 ciclos)
  + **100** → Eficiência total (741 ciclos)

➜ A distribuição dos valores sugere que os ciclos estão divididos entre três estados distintos de eficiência.

**2. Valve Condition (%)**

* **Valores possíveis e significados:**
  + **100** → Comportamento ideal (1125 ciclos)
  + **90** → Pequeno atraso (360 ciclos)
  + **80** → Atraso severo (360 ciclos)
  + **73** → Próximo à falha total (360 ciclos)

➜ A maioria dos ciclos está em condição ideal, mas há uma quantidade significativa operando em estados degradados.

**3. Internal Pump Leakage**

* **Valores possíveis e significados:**
  + **0** → Sem vazamento (1221 ciclos)
  + **1** → Vazamento fraco (492 ciclos)
  + **2** → Vazamento severo (492 ciclos)

➜ Mais da metade dos ciclos (55%) operam sem vazamento, mas há um número relevante de ciclos com vazamento severo.

**4. Hydraulic Accumulator Pressure (bar)**

* **Valores possíveis e significados:**
  + **130** → Pressão ótima (599 ciclos)
  + **115** → Pressão levemente reduzida (399 ciclos)
  + **100** → Pressão severamente reduzida (399 ciclos)
  + **90** → Próximo à falha total (808 ciclos)

➜ Muitos ciclos estão operando com pressão reduzida ou próxima à falha, o que pode ser preocupante.

**5. Stable Flag**

* **Valores possíveis e significados:**
  + **0** → Condições estáveis (1449 ciclos)
  + **1** → Condições podem não estar estáveis ainda (756 ciclos)

➜ Aproximadamente **34% dos ciclos podem não ter atingido estabilidade**, o que pode impactar a confiabilidade da análise.

**Matriz de correlações:**

1. **Cooler\_condition e Stable\_flag (0.97)**
   * Alta correlação positiva → Quanto mais eficiente o cooler, maior a estabilidade das condições do sistema.
2. **Accumulator\_pressure e Pump\_leakage (0.94)**
   * Relação forte → Quanto maior a pressão do acumulador, maior o risco de vazamento interno da bomba. Isso pode indicar uma relação direta entre a deterioração do sistema e a perda de pressão.
3. **Cooler\_condition e Accumulator\_pressure (0.91)**
   * Relação direta → Sistemas com melhor condição do cooler tendem a manter uma pressão mais alta no acumulador.
4. **Valve\_condition e Accumulator\_pressure (0.84)**
   * Correlação positiva → A pressão do acumulador também influencia o comportamento das válvulas.
5. **Stable\_flag e Accumulator\_pressure (0.86)**
   * Sistemas mais estáveis tendem a manter uma pressão maior no acumulador.
6. **Cooler\_condition e Pump\_leakage (0.88)**
   * Forte correlação → O estado do cooler está diretamente relacionado à condição de vazamento da bomba, sugerindo que o resfriamento inadequado pode contribuir para vazamentos.
7. **Valve\_condition e Stable\_flag (0.62)**
   * Correlação mais fraca, mas ainda relevante → Pequenos atrasos nas válvulas podem impactar a estabilidade do sistema.

As correlações sugerem que a degradação de um componente pode afetar outros, reforçando a necessidade de monitoramento conjunto dos indicadores.

O Cooler\_condition é um fator crítico, pois impacta diretamente a estabilidade e outros componentes do sistema.

O Pump\_leakage e Accumulator\_pressure têm uma relação forte, o que pode indicar um padrão de degradação progressiva.

**Análise dos Dados dos Sensores**

**CE**

**Histograma: Distribuição dos Valores de Eficiência**

* **Picos na faixa de 20%:**
  + Frequência concentrada entre 10.000 e 12.500 com um desvio padrão em torno de 3%.
  + Isso sugere que, para uma parte significativa dos ciclos, o sensor registra uma eficiência relativamente baixa e consistente.
* **Faixa de 26-28%:**
  + Frequência entre 7.500 e 10.000, mas com uma coluna (um ponto específico) apresentando um pico bem mais alto (cerca de 17.500).
  + Esse pico pode indicar um comportamento anômalo ou uma característica marcante de algum subgrupo de ciclos.
* **Faixa de 46-48%:**
  + Picos alternantes com bordas (2500–5000 de frequência) e centros com frequências mais altas (acima de 17.500).
  + Isso pode refletir uma variação mais dinâmica quando o sistema opera em um estado de alta eficiência.

**Gráfico de Dispersão: Evolução da Eficiência ao Longo dos Ciclos**

* **Ciclos iniciais (até ~100):**
  + Alta variabilidade, com eficiência variando de cerca de 47% até 7%.
  + Possivelmente, o sistema está se estabilizando ou calibrando suas medições.
* **Ciclos 100 a 400:**
  + A eficiência se estabiliza em torno de 20%.
  + Esse período pode representar um regime operacional “normal” ou uma condição de funcionamento estável.
* **Ciclos 400 a 700:**
  + Uma queda na eficiência para cerca de 15%, sugerindo uma possível degradação ou mudança no comportamento do sistema.
* **Ciclos 700 a 800:**
  + Um aumento abrupto para cerca de 27%, que se mantém até aproximadamente o ciclo 1500.
  + Essa mudança pode indicar uma intervenção, uma mudança de regime ou um período de recuperação/ajuste.
* **Ciclo 1500 em diante:**
  + Um novo aumento abrupto para cerca de 47%, com oscilações posteriores.
  + Esse salto pode sinalizar uma mudança significativa na operação do sistema ou na qualidade do resfriamento.

**Boxplot:**

* O padrão observado é consistente com o gráfico de dispersão, reforçando que há mudanças claras na distribuição dos valores de eficiência ao longo dos ciclos.